



PCT/EP 02 / 1 2 2 4 3 #2  
Rec'd PCT/PTC 14 JUL 2004

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 04 DEC 2002

WIPO

PCT

### Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

### Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

### Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 9. APR. 2002

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

*Rolf Hofstetter*  
Rolf Hofstetter

BEST AVAILABLE COPY

19 Propriété Intellectuelle

Académie

Patentgesuch Nr. 2002 0084/02

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:  
Diffraktives Sicherheitselement mit integriertem optischen Wellenleiter.

Patentbewerber:  
OVD Kinegram AG  
Zählerweg 12  
6301 Zug

Anmeldedatum: 18.01.2002

Voraussichtliche Klassen: G02B

## **Diffraktives Sicherheitselement mit integriertem optischen Wellenleiter**

Die Erfindung bezieht sich auf ein diffraktives Sicherheitselement gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Solche diffraktive Sicherheitselemente werden zum Beglaubigen von Gegenständen, wie Banknoten, Ausweisen aller Art, wertvollen Dokumenten usw., verwendet, um die Echtheit des Gegenstands ohne grossen Aufwand festzustellen. Das diffraktive Sicherheitselement wird bei der Ausgabe des Gegenstands in Form einer aus einem dünnen Schichtverbund geschnittenen Marke mit dem Gegenstand fest verbunden.

Diffraktive Sicherheitselemente der eingangs genannten Art sind aus der EP 0 105 099 A1 und der EP 0 375 833 A1 bekannt. Das Sicherheitselement weist ein Muster aus mosaikartig angeordneten Flächenelementen auf, die ein Beugungsgitter aufweisen. Die Beugungsgitter sind azimuthal so vorbestimmt angeordnet, dass sich bei einer Drehung das durch gebeugtes Licht erzeugte, sichtbare Muster einen vorbestimmten Bewegungsablauf ausführt.

Die US 4,856,857 beschreibt insbesondere auch den Aufbau transparenter Sicherheitselemente mit eingepprägten mikroskopisch feinen Reliefstrukturen. Die diffraktiven Sicherheitselemente bestehen im allgemeinen aus einem Stück eines dünnen Schichtverbunds aus Kunststoff. Die Grenzschicht zwischen zwei der Schichten weist mikroskopisch feine Reliefs von lichtbeugenden Strukturen auf. Zur Erhöhung der Reflektivität ist die Grenzschicht zwischen den beiden Schichten mit einer meist metallischen Reflexionsschicht überzogen. Der Aufbau des dünnen Schichtverbunds und die dazu verwendbaren Materialien sind beispielsweise in der US 4,856,857 und der WO 99/47983 beschrieben. Aus der DE 33 08 831 A1 ist bekannt, den dünnen Schichtverbund mit Hilfe einer Trägerfolie auf den Gegenstand aufzubringen.

Der Nachteil der bekannten diffraktiven Sicherheitselemente ist das visuelle Wiedererkennen von komplizierten, sich optisch verändernden Muster in einem engen Raumwinkel und der extrem hohen Flächenhelligkeit begründet, unter denen ein mit einem Beugungsgitter belegtes Flächenelement für einen Beobachter sichtbar ist. Die hohe Flächenhelligkeit kann zudem die Erkennbarkeit der Form des Flächenelements erschweren.

Ein einfach zu erkennendes Sicherheitselement ist aus WO 83/00395 bekannt. Es besteht aus einem diffraktiven subtraktiven Farbfilter, das bei Beleuchtung mit z.B. Tageslicht in einer Betrachtungsrichtung rotes Licht reflektiert und nach einer Drehung des Sicherheitselements in seiner Ebene um  $90^\circ$  Licht einer anderen Farbe reflektiert.

- 5 Das Sicherheitselement besteht aus in Kunststoff eingebetteten, feinen Lamellen aus einem transparenten Dielektrikum mit einem Brechungsindex, der viel grösser ist als der Brechungsindex des Kunststoffs. Die Lamellen bilden eine Gitterstruktur mit einer Spatialfrequenz von 2500 Linien/mm und reflektieren in der nullten Beugungsordnung rotes Licht mit einer sehr hohen Effizienz, wenn das auf die Lamellenstruktur
- 10 einfallende weisse Licht so polarisiert ist, dass der E-Vektor des einfallenden Lichts parallel zu den Lamellen ausgerichtet ist. Für Spatialfrequenzen von 3100 Linien/mm reflektiert die Lamellenstruktur in der nullten Beugungsordnung grünes Licht, für noch höhere Spatialfrequenzen geht die reflektierte Farbe im Spektrum in den blauen Bereich. Nach van Renesse, Optical Document Security, 2<sup>nd</sup> Ed., pp. 274 - 277, ISBN
- 15 0-89006-982-4 sind solche Strukturen in grossen Mengen schwierig kostengünstig herzustellen.

- Die US 4,426,130 beschreibt transparente, reflektierende sinusförmige Phasengitterstrukturen. Die Phasengitterstrukturen sind so ausgelegt, dass sie in der einen der beiden ersten Beugungsordnungen eine möglichst grosse Beugungseffizienz
- 20 aufweisen.

---

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kostengünstiges und einfach zu erkennendes, diffraktives Sicherheitselement zu schaffen, das im Tageslicht einfach visuell überprüfbar ist.

- Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des
- 25 Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- 30           Figur 1     ein Sicherheitselement im Querschnitt,  
            Figur 2     Beugungsebenen und Beugungsgitter,  
            Figur 3     Vergrösserter Ausschnitt aus der Fig. 1,

- Figur 4 ein anderes Sicherheitselement im Querschnitt,  
Figur 5 Gittervektoren einer optisch wirksamen Struktur,  
Figur 6 eine Sicherheitsmarke in Draufsicht mit dem Azimut  $0^\circ$  und  
Figur 7 die Sicherheitsmarke in Draufsicht mit dem Azimut  $90^\circ$ .

5 In der Figur 1 bedeutet 1 ein Schichtverbund, 2 ein Sicherheitselement, 3 ein Substrat, 4 eine Basisschicht, 5 ein optischer Wellenleiter, 6 eine Schutzschicht, 7 eine Kleberschicht, 8 Indicia und 9 eine optisch wirksame Struktur an der Grenzschicht zwischen der Basisschicht 4 und dem Wellenleiter 5. Der Schichtverbund 1 besteht aus mehreren Lagen von verschiedenen, nacheinander auf eine hier nicht gezeigte  
10 Trägerfolie aufgetragenen dielektrischen Schichten und umfasst in der angegebenen Reihenfolge wenigstens die Basisschicht 4, den Wellenleiter 5, die Schutzschicht 6 und die Kleberschicht 7. Für besonders dünne Schichtverbunde 1 bestehen die Schutzschicht 6 und die Kleberschicht 7 aus demselben Material, z.B. einem Heisskleber. Die Trägerfolie ist in einer Ausführung Teil der Basisschicht 4 und bildet  
15 eine Stabilisationsschicht 10 für eine auf der dem Wellenleiter 5 zugewandten Oberfläche der Stabilisationsschicht 10 angeordnete Abformschicht 11. Die Verbindung zwischen der Stabilisationsschicht 10 und der Abformschicht 11 weist eine sehr hohe Haftfestigkeit auf. In einer anderen Ausführung ist zwischen der Basisschicht 4 und der Trägerfolie eine hier nicht gezeigte Trennschicht angeordnet, da die Trägerfolie  
20 lediglich zum Applizieren des dünnen Schichtverbunds 1 auf das Substrat 3 dient und danach vom Schichtverbund 1 entfernt wird. Die Stabilisationsschicht 10 ist ein kratzfester Lack zum Schützen der weichen Abformschicht 11. Diese Ausführung des Schichtverbunds 1 ist in der eingangs erwähnten DE 33 08 831 A1 beschrieben. Die Basisschicht 4, der Wellenleiter 5, die Schutzschicht 6 und die Kleberschicht 7 sind  
25 wenigstens für einen Teil des sichtbaren Spektrums transparent, vorzugsweise jedoch glasklar. Daher sind die auf dem Substrat allfällig mit dem Schichtverbund 1 abgedeckten Indicia 8 durch den Schichtverbund 1 hindurch sichtbar.

In einer anderen Ausführung des Sicherheitselements, bei der die Transparenz nicht erforderlich ist, ist die Schutzschicht 6 und/oder die Kleberschicht 7 eingefärbt  
30 oder schwarz. Eine weitere Ausführung des Sicherheitselements weist nur die Schutzschicht 6 auf, falls diese Ausführung nicht zum Aufkleben bestimmt ist.

Der Schichtverbund 1 wird als Kunststofflaminat in Form einer langen Folienbahn mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Kopien des Sicherheitselementes

2 hergestellt. Aus der Folienbahn werden die Sicherheitselemente 2 beispielsweise ausgeschnitten und mittels der Kleberschicht 7 mit dem Substrat 3 verbunden. Das Substrat 3, meist in Form eines Dokuments, einer Banknote, einer Bankkarte, eines Ausweises oder einem anderen wichtigen bzw. wertvollen Gegenstand, wird mit dem  
5 Sicherheitselement 2 versehen, um die Echtheit des Gegenstandes zu beglaubigen.

Damit der Wellenleiter 5 optisch wirksam wird, besteht der Wellenleiter 5 aus einem transparenten Dielektrikum, dessen Brechungsindex erheblich höher ist als die Brechungsindices der Kunststoffe für die Basisschicht 4, die Schutzschicht 6 und die Kleberschicht 7. Die geeigneten dielektrischen Materialien sind beispielsweise in den  
10 eingangs erwähnten Schriften WO 99/47983 und US 4,856,857, Tabellen 1 und 6 aufgeführt. Bevorzugte Dielektrika sind ZnS, TiO<sub>2</sub> usw. mit Brechungsindices von  $n \approx 2,3$ .

Der Wellenleiter 5 schmiegt sich der die optisch wirksame Struktur 9 aufweisende Grenzfläche zur Abformschicht 11 an und ist daher mit der optisch wirksamen Struktur  
15 9 moduliert. Die optisch wirksame Struktur 9 ist ein Beugungsgitter mit einer so hohen Spatialfrequenz  $f$ , dass das unter einem Einfallswinkel  $\alpha$  zur Flächennormale 12 des Sicherheitselements 2 einfallende Licht 13 vom Sicherheitselement 2 nur in die nullte Beugungsordnung gebeugt wird und das gebeugte Licht 14 unter dem Ausfallswinkel  $\beta$  reflektiert wird, wobei gilt, Einfallswinkel  $\alpha$  = Ausfallswinkel  $\beta$ . Damit ist für die  
20 ~~Spatialfrequenz  $f$  eine untere Grenze von etwa 2200 Linien/mm bzw. einer oberen~~  
Grenze einer Periodenlänge  $d$  von 450 nm festgelegt. Diese Beugungsgitter werden "Beugungsgitter nullter Ordnung" genannt und sind mit "Beugungsgitter" gemeint. Das Beugungsgitter weist in der Zeichnung der Figur 1 als Beispiel ein sinusförmiges Profil auf, jedoch sind auch andere bekannte Profile verwendbar.

25 Der Wellenleiter 5 beginnt seine Funktion zu erfüllen, d.h. das reflektierte Licht 14 zu beeinflussen, wenn der Wellenleiter 5 wenigstens 10 bis 20 Perioden der optisch wirksamen Struktur 9 umfasst und daher eine minimale, von der Periodenlänge  $d$  abhängige Länge  $L$  von  $L > 10d$  aufweist. Vorzugsweise liegt die untere Grenze der Länge  $L$  des Wellenleiters 5 im Bereich 50 bis 100 Periodenlängen  $d$ , damit der  
30 Wellenleiter 5 seine optimale Wirksamkeit entfaltet.

Das Sicherheitselement 2 weist in einer Ausführung auf seiner ganzen Fläche ein uniformes Beugungsgitter für die optisch wirksame Struktur 9 und einen Wellenleiter 5

von gleichförmiger Schichtdicke  $s$  auf. In einer anderen Ausführung bilden mosaikförmig angeordnete Flächenteile ein optisch leicht erkennbares Muster. Damit ein Flächenteil des Mosaiks in seinem Umrissen für einen Beobachter von blossen Auge erkennbar ist, sind die Abmessungen grösser als  $0.3 \text{ mm}$  zu wählen, d.h. der Wellenleiter 5 weist in jedem Fall eine genügende minimale Länge  $L$  auf.

Das mit weissem diffusen einfallendem Licht 13 beleuchtete Sicherheitselement 2 verändert die Farbe des reflektierten gebeugten Lichts 14, wenn seine Orientierung zur Beobachtungsrichtung mittels einer Kipp- oder Drehbewegung verändert wird. Die Drehbewegung hat als Drehachse die Flächennormale 12, die Kippbewegung erfolgt um eine in der Ebene des Sicherheitselements 2 liegende Drehachse.

Die Beugungsgitter nullter Ordnung zeigen ein von der azimuthalen Ausrichtung des Beugungsgitters abhängiges, ausgeprägtes Verhalten gegenüber polarisiertem Licht 13. Für das Beschreiben der optischen Eigenschaften werden in der Figur 2 Beugungsebenen 15, 16 parallel und quer zu den Gitterlinien definiert, wobei die Beugungsebenen 15, 16 zudem die Flächennormale 12 auf das Sicherheitselement 2 (Fig. 1) enthalten. Die Bezeichnungen von Lichtstrahlen  $B_p$ ,  $B_n$  des einfallenden Lichts 13 (Fig. 1) und von Richtungen der Polarisation des einfallenden Lichts 13 sind festgelegt:

- Ein tiefgestelltes "p" bezeichnet den parallel zu Gitterlinien einfallenden Lichtstrahl  $B_p$ , während ein tiefgestelltes "n" den senkrecht zu den Gitterlinien einfallenden Lichtstrahl  $B_n$  bezeichnet;
- Ein tiefgestelltes "TE" beim Lichtstrahl  $B_p$ ,  $B_n$  bedeutet eine Polarisation des elektrischen Felds senkrecht zur entsprechenden Beugungsebene 15 bzw. 16 und ein tiefgestelltes "TM" weist auf eine Polarisation des elektrischen Felds in der entsprechenden Beugungsebene 15 bzw. 16 hin.

Beispielsweise fällt der Lichtstrahl  $B_{nTM}$  in der Beugungsebene 16 senkrecht auf die Gitterlinien des Sicherheitselementes 2 ein mit einer Polarisation des elektrischen Felds in der Beugungsebene 16.

Je nach den Parametern der optisch wirksamen Struktur 9 und des Wellenleiters 5 (Fig. 1) weisen die Ausführungen des Sicherheitselements 2 unterschiedliches optisches Verhalten auf. Sie werden in den nachfolgenden, nicht abschliessend aufgeführten Beispielen beschrieben.



### Beispiel 1: Farbwechsel bei Drehung

In der Figur 3 ist der Wellenleiter 5 im Querschnitt vergrößert dargestellt. Die Kunststoffschichten, Stabilisationsschicht 10, die Abformschicht 11, die Schutzschicht 6 und die Kleberschicht 7 (Fig. 1) weisen gemäss US 4,856,857, Tabelle 6

- 5 Brechungsindices  $n_1$  im Bereich von 1,5 bis 1,6 auf. Auf die in die Abformschicht 11 eingebrachte optisch wirksame Struktur 9 wird das für sichtbares Licht 13 (Fig.1) transparentes Dielektrikum mit dem Brechungsindex  $n_2$  in der Schichtdicke  $s$  gleichmässig abgeschieden, so dass auf der Grenzfläche gegen die Schutzschicht 6 die Oberfläche des Wellenleiters 5 ebenfalls die optisch wirksame Struktur 9 aufweist.
- 10 Das Dielektrikum ist eine anorganische Verbindung, die z.B. in der US 4,856,857, Tabelle 1 und in der WO 99/47983 erwähnt sind, und weist einen Wert für den Brechungsindex  $n_2$  von wenigstens  $n_2 = 2$  auf.

- In einer Ausführung des Sicherheitselements 2 sind die Werte für die Profiltiefe  $t$  der optisch wirksamen Struktur 9 und der Schichtdicke  $s$  etwa gleich; d.h.  $s \approx t$ , wobei
- 15 der Wellenleiter 5 mit der Periode  $d = 370$  nm moduliert ist. Vorzugsweise ist die Schichtdicke  $s \approx t = 75 \pm 3$  nm. Fällt der in der einen Beugungsebene 16 (Fig. 2) einfallende Lichtstrahl  $B_{nTE}$  unter einem Einfallswinkel  $\alpha = 25^\circ$  auf das Sicherheitselement 2 ein, reflektiert das Sicherheitselement 2 das gebeugte Licht 14 (Fig. 1) mit einer grünen Farbe. Vom orthogonal polarisierten Lichtstrahl  $B_{nTM}$  wird nur
- 20 im infraroten, unsichtbaren Teil des Spektrums Licht 14 reflektiert. Der in der anderen Beugungsebene 15 unter dem gleichen Einfallswinkel  $\alpha = 25^\circ$  einfallende Lichtstrahl  $B_{pTM}$  verlässt das Sicherheitselement 2 als gebeugtes Licht 14 in roter Farbe, während das vom Lichtstrahl  $B_{pTE}$  erzeugte gebeugte Licht 14 eine orange Mischfarbe mit einer im Vergleich zum reflektierten Licht 14 des Lichtstrahls  $B_{pTM}$  schwachen Intensität
- 25 aufweist. Die Farbe des Sicherheitselementes 2 wechselt bei einer Beleuchtung mit weissem, unpolarisiert einfallendem Licht 13 für einen Beobachter von Grün auf Rot bei einer Drehung des Sicherheitselementes 2 um  $90^\circ$ . Das Kippen des Sicherheitselementes 2 im Bereich von  $\alpha = 25^\circ \pm 5^\circ$  verändert die Farbe nur unwesentlich; die Veränderung ist von blossem Auge kaum zu bemerken. Im
- 30 Drehwinkelbereich  $0^\circ \pm 20^\circ$  ist nur die rote  $B_{pTM}$  Reflexion, im Drehwinkelbereich  $90^\circ \pm 20^\circ$  nur die grüne  $B_{nTE}$  Reflexion sichtbar. Im Zwischenbereich  $20^\circ$  bis  $70^\circ$  gibt es eine Mischfarbe aus zwei benachbarten Spektralbereichen, die eine für die Komponente von  $B_{nTE}$ , die andere für die Komponente von  $B_{pTM}$ .

Dieses Verhalten des Sicherheitselementes 2 ändert sich bis auf leichte Farbverschiebungen nicht wesentlich, wenn die Schichtdicke  $s$  des Wellenleiters 5 zwischen 65 nm und 85 nm und der Profiltiefe  $t$  zwischen 60 nm und 90 nm variiert wird.

- 5 Ein Verkürzen der Periodenlänge  $d$  auf 260 nm bei anderen Ausführungen verschiebt die Farbe des gebeugten Lichts 14 bei einfallenden Lichtstrahl  $B_{nTE}$  von Grün nach Rot und bei einfallenden Lichtstrahl  $B_{pTM}$  von Rot nach Grün. Die vom Lichtstrahl  $B_{nTE}$  erzeugte Farbe Rot verändert sich beim Kippen des Sicherheitselementes 2 in Richtung kleinerer Winkel im Bereich von  $\alpha = 20^\circ$  zu Orange.

#### 10 Beispiel 2: Kippinvariante Farbe

- Eine andere Ausführung des Sicherheitselements 2 zeigt ein vorteilhaftes optisches Verhalten, da bei der Beleuchtung mit weissem unpolarisiertem Licht 13 für kleine Kippwinkel, entsprechend dem Einfallswinkel zwischen  $\alpha = 10^\circ$  und  $\alpha = 40^\circ$  die Farbe des gebeugten Lichts 14 praktisch invariant bleibt. Die Parameter des Wellenleiters 5, die Schichtdicke  $s$  und die Profiltiefe  $t$ , sind durch die Beziehung  $s \approx 2t$  verknüpft. Beispielsweise ist die Schichtdicke  $s = 115$  nm und die Profiltiefe  $t = 65$  nm. Die Periodenlänge  $d$  der optisch wirksamen Struktur 9 beträgt  $d = 345$  nm im angegebenen Bereich des Kippwinkels bei der Beleuchtung mit weissem unpolarisiertem Licht 13 parallel zu den Gitterlinien der optisch wirksamen Struktur 9 weist das gebeugte Lichts 14 eine rote Farbe auf, zu der hauptsächlich die Lichtstrahlen  $B_{pTM}$  beitragen. Bei einer Drehbewegung des Sicherheitselements 2 um wenige Azimutwinkelgrade bleibt die reflektierte Farbe rot, bei weiter zunehmendem Drehwinkel werden symmetrisch zu Rot zwei Farben reflektiert, wovon sich die kurzwelligere Farbe in Richtung Ultraviolett verschiebt und die langwelligere Farbe rasch im infraroten Bereich verschwindet. Beispielsweise bei einem Azimutwinkel von  $30^\circ$  ist die kurzwelligere Farbe ein Orange und die langwelligere Farbe ist für den Beobachter unsichtbar.

#### 25 Beispiel 3: Farbwechsel beim Kippen

- Wird das Sicherheitselement 2 so gedreht, dass das einfallende Licht 13 senkrecht zu den Gitterlinien gerichtet ist, zeigt das Sicherheitselement 2 des Beispiels 2 beim Kippen um eine Achse parallel zu den Gitterlinien des Beugungsgitters eine Farbverschiebung, beispielsweise erblickt der Beobachter die Fläche des Sicherheitselements 2 bei senkrechtem Lichteinfall, d.h. beim Einfallswinkel  $\alpha = 0^\circ$  in

einem Orange, beim Einfallswinkel  $\alpha = 10^\circ$  eine Mischfarbe aus etwa 67 % Grün und 33 % Rot und beim Einfallswinkel  $\alpha = 30^\circ$  ein fast spektral reines Blau.

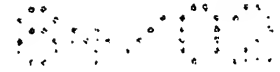
#### Beispiel 4: Drehinvarianter Farbwechsel beim Kippen

In einer anderen Ausführung des Sicherheitselements 2 besteht die optisch wirksame Struktur 9 aus wenigstens zwei sich kreuzenden Beugungsgittern. Die Beugungsgitter kreuzen sich mit Vorteil unter Kreuzungswinkel im Bereich  $10^\circ$  bis  $30^\circ$ . Jedes Beugungsgitter ist z.B. durch eine Profiltiefe  $t$  von 150 nm und eine Periodenlänge von  $d = 417$  nm bestimmt. Die Schichtdicke  $s$  des Wellenleiters 5 beträgt  $s = 60$  nm, so dass die Parameter  $s$  und  $t$  des Wellenleiters 5 die Beziehung  $t \approx 3s$  erfüllen. Bei der Beleuchtung mit weissem, unpolarisierten einfallendem Licht 13 senkrecht zu dem Gitterlinien des ersten Beugungsgitters gibt es beim Kippen um eine Achse parallel zu den Gitterlinien des ersten Beugungsgitters eine Farbverschiebung z.B. von Rot zu Grün oder umgekehrt. Dieses Verhalten bleibt nach einer Drehung um den Kreuzungswinkel erhalten, da jetzt die Kippachse parallel zu den Gitterlinien des zweiten Beugungsgitters ausgerichtet ist.

#### Beispiel 5:

In der in der Figur 4 im Querschnitt gezeigten weiteren Ausführung des Sicherheitselements 2 ist die optisch wirksame Struktur 9 eine Überlagerung des Beugungsgitters nullter Ordnung mit dem Beugungsgittervektor 19 (Fig.5) und mit einem asymmetrischen, sägezahnförmigen Reliefprofil 17 von niedriger Spatialfrequenz  $F \leq 200$  Linien/mm. Dies ist für eine Betrachtung des Sicherheitselements 2 von Vorteil, da für viele Personen die Betrachtung der oben beschriebenen Sicherheitselemente 2 unter dem Reflexionswinkel  $\beta$  (Fig. 1) sehr ungewohnt ist. Die höchste zulässige Spatialfrequenz  $F$  hängt von der Periodenlänge  $d$  (Fig. 3) der optisch wirksamen Struktur 9 ab. Nach den oben genannten Kriterien für eine gute Effizienz ist die Länge  $L$  des Wellenleiters 5 innerhalb einer Periode des Reliefprofils 17 wenigstens  $L = 10d$  bis  $20d$  vorzugsweise aber  $L = 50d$  bis  $100d$ . Bei einer grössten Periodenlänge  $d = 450$  nm ist bei  $L = 10d$  bzw.  $20d$  die Spatialfrequenz  $F$  des Reliefprofils 17 demnach kleiner als  $F = 1/L < 220$  Linien/mm bzw. 110 Linien/mm zu wählen.

Entsprechend der Höhe des Reliefprofils 17 bzw. einem Blazewinkel  $\gamma$  des Sägezahnprofils wird bei der Beleuchtung des Sicherheitselements 2 mittels dem unter dem zur Flächennormale 12 gemessenen Einfallswinkel  $\alpha$  einfallenden Licht 13 das gebeugte Licht 14 unter einem grösseren Ausfallwinkel  $\beta_1$  reflektiert. Das einfallende



Licht 13 fällt unter dem Winkel  $\gamma + \alpha$  zur Senkrechten 18 auf die wegen des Reliefprofils 17 geneigte Ebene des Wellenleiters 5 ein und wird als gebeugtes Licht 14 unter dem gleichen Winkel zur Senkrechten 18 reflektiert. Der auf die Flächennormale 12 bezogene Ausfallwinkel  $\beta_1$  beträgt  $\beta_1 = 2\gamma + \alpha$ . Der Vorteil dieser Anordnung ist ein erleichtertes Betrachten des vom Sicherheitselement 2 erzeugten, optischen Effekts. Hier ist anzumerken, dass in der Zeichnung der Figur 4 die Refraktion in den Materialien des Schichtverbunds 1 (Fig. 1) vernachlässigt ist. Unter der Berücksichtigung der Refraktionseffekte im Schichtverbunds 1 sind Periodenlängen  $d$  bis ca.  $d = 500 \text{ nm}$  für die Sicherheitselemente 2 verwendbar, da bei dieser Periodenlänge selbst die Blauanteile des in die ersten Ordnungen gebeugten Lichts 14 wegen Totalreflexion den Schichtverbund 1 (Fig. 1) nicht verlassen können. Der Blazewinkel  $\gamma$  weist einen Wert aus dem Bereich von  $\gamma = 1^\circ$  bis  $\gamma = 15^\circ$  auf.

Die Figur 5 zeigt die optisch wirksame Struktur 9, die eine Überlagerung des Beugungsgitters mit einem asymmetrischen, sägezahnförmigen Reliefprofil 17 ist. Die azimuthale Orientierung des Beugungsgitters ist mittels dessen Beugungsgittervektor 19 festgelegt. Die Reliefstruktur 17 weist die durch den Reliefvektor 20 angegebene azimuthale Orientierung auf. Die optisch wirksame Struktur 9 ist durch einen weiteren Parameter definiert, einen vom Beugungsgittervektor 19 und vom Reliefvektor 20 eingeschlossenen Azimutdifferenzwinkel  $\psi$ . Bevorzugte Werte für den Azimutdifferenzwinkel sind  $\psi = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$  usw.

Ganz allgemein sind diesen Sicherheitselementen 2 (Fig. 3) eine hohe Beugungseffizienz von fast 100% wenigstens für eine Polarisation eigen. Der wichtigste Parameter des Sicherheitselementes 2 für das Farbverschiebungs-Vermögen ist die Periodenlänge  $d$  (Fig. 3). Die Schichtdicke  $s$  (Fig. 3) des Wellenleiters und die Profiltiefe  $t$  (Fig. 3) sind für die Dielektrika ZnS und  $\text{TiO}_2$  nicht so kritisch und beeinflussen die Beugungseffizienz und die exakte Lage der Farbe im sichtbaren Spektrum nur gering, beeinflussen jedoch die spektrale Reinheit des reflektierten gebeugten Lichts 14 (Fig. 4).

Für diese Sicherheitselemente 2 sind die Parameter nach der Tabelle 1 verwendbar.

Der Parameter Periodenlänge  $d$  bestimmt die Farbe des in die nullte Ordnung reflektierte gebeugte Licht 14. Eine Veränderung des Parameters Schichtdicke  $s$  des Wellenleiters 5 (Fig. 4) beeinflusst hauptsächlich die spektrale Reinheit der Farbe des

gebeugten Lichts 14 und verschiebt die Lage der Farbe im Spektrum in einem geringen Ausmass. Die Profiltiefe  $t$  beeinflusst die Modulation des Wellenleiters 5 und damit dessen Wirkungsgrad. Abweichungen von  $\pm 5\%$  von den in den Beispielen angegebenen Werten für  $d$ ,  $s$ ,  $t$  und  $\psi$  beeinflussen die beschriebenen optischen Effekte für das  
 5 blosse Auge nicht merklich. Diese grosse Toleranz erleichtert die Fabrikation des Sicherheitselementes 2 erheblich.

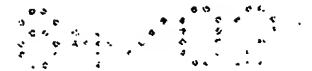
Tabelle 1:

Parameter (in Nanometer)	Grenzwertbereich		Vorzugsbereich	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Periodenlänge $d$	100	500	200	450
Profiltiefe $t$	20	1000	50	500
Schichtdicke $s$	5	500	10	100

In den Figuren 6 und 7 ist eine Ausführung des Sicherheitselementes 2 (Fig. 3)  
 10 gezeigt, auf dessen Fläche eine Kombinationen einer Vielzahl von Teilflächen 21, 22 angeordnet sind. Die Teilflächen 21, 22 enthalten die Wellenleiter 5 (Fig. 3) und unterscheiden sich in der optisch wirksamen Struktur 9 (Fig. 3) und in der azimuthalen Orientierung des Beugungsgittervektors 19 (Fig. 5). Technisch schwierig zu realisieren, sind im Schichtverbund 1 (Fig. 1) Unterschiede in der Schichtdicke  $s$  der Wellenleiter 5  
 15 zu erzeugen, sind aber hier ausdrücklich nicht ausgeschlossen. Aus dem Schichtverbund 1 ist eine Marke 23 ausgeschnitten und auf das Substrat 3 aufgeklebt.

---

Im gezeigten Beispiel weist die Marke 23 zwei Teilflächen 21, 22 auf. Zur Illustration ist in der Figur 6 das Sicherheitselement 2 des vorstehend beschriebenen Beispiels 1 eingesetzt, wobei die Orientierung des Beugungsgittervektors 19 (Fig. 5) der ersten  
 20 Teilfläche 21 orthogonal zum Beugungsgittervektor 19 der zweiten Teilfläche 22 ist. Die Beobachtungsrichtung ist in einer die Flächennormale 12 enthaltenden Ebene, deren Spur in der Zeichenebene der Figuren 6 und 7 mit der gestrichelten Linie 24 angegeben ist. Für die erste Teilfläche 21 fällt das weisse, unpolarisierte einfallende Licht 13 (Fig. 1) senkrecht zu den Gitterlinien und bei der zweiten Teilfläche 22 das  
 25 einfallende Licht 13 parallel zu den Gitterlinien unter dem Einfallswinkel  $\alpha = 25^\circ$  ein. Der Beobachter erblickt daher die erste Teilfläche 21 in einer grünen Farbe und die zweite Teilfläche 22 in einer roten Farbe. Da der Schichtverbund 1 (Fig. 1) transparent ist, sind Indicia 8 des Substrats unter der Marke 23 erkennbar.



Nach einer Drehung des Substrats 3 mit der Marke 23 um einen Winkel von  $90^\circ$ , wie in der Figur 7 gezeigt, fällt das einfallende Licht 13 (Fig. 1) auf die erste Teilfläche 21 senkrecht zu den Gitterlinien des Beugungsgitters und auf die zweite Teilfläche 22 parallel zu den Gitterlinien ein, wie dies durch den Winkel zwischen Schraffierungen der Teilflächen 21, 22 und der Linie 24 in der Zeichnung der Figur 7 angedeutet ist.

5 Durch das Drehen des Substrats 3 um  $90^\circ$  vertauschen sich die Farben der Teilflächen 21, 22; d.h. die erste Teilfläche 21 erstrahlt in Rot und die zweite Teilfläche 22 in Grün.

Bei einer anderen Ausführung des Sicherheitselements 2 bildet die Anordnung einer Vielzahl gleicher Teilflächen 21 auf der Marke 23 einen Kreisring, wobei die

10 Beugungsgittervektoren 19 auf das Kreisringzentrum ausgerichtet sind. Bei der Betrachtungsrichtung längs einem Durchmesser des Kreisrings leuchten unabhängig von der azimuthalen Lage des Substrats 3 die entferntesten ( $0^\circ \pm 20^\circ$ ) und die nächstgelegenen ( $180^\circ \pm 20^\circ$ ) Teilbereiche des Kreisrings in einer grünen Farbe und die am weitesten vom Durchmesser entfernten Bereiche bei  $90^\circ \pm 20^\circ$  bzw.  $270^\circ \pm 20^\circ$

15 des Kreisrings in einer roten Farbe auf. Dazwischen liegende Bereiche weisen die oben beschriebene Mischfarbe aus zwei benachbarten Spektralbereichen auf. Das Farbmuster ist gegenüber einer Drehung des Substrates 3 invariant und scheint sich relativ zu allfälligen Indicia 8 (Fig. 1) zu bewegen. Ein Kreisring mit gekrümmten Gitterlinien erzeugt den gleichen Effekt, wenn die Gitterlinien konzentrisch zum

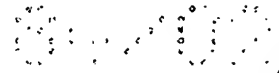
20 Mittelpunkt des Kreisrings angeordnet sind.

In einer weiteren Ausführung der Figur 7 sind beispielsweise die Teilflächen 21, 22 auf einem Hintergrund 25 angeordnet. Die Teilflächen 21 und 22 enthalten die optisch wirksame Struktur 9 (Fig. 4) aus dem Beispiel 5, wobei der Reliefvektor 20 (Fig. 5) der einen Teilfläche 21 dem Reliefvektor 20 der anderen Teilfläche 22

25 entgegengesetzt ist. Die optisch wirksame Struktur 9 des Hintergrunds 25 besteht nur aus dem Beugungsgitter, das nicht durch die Reliefstruktur 17 (Fig. 5) moduliert ist. Der Beugungsgittervektor 19 kann parallel oder senkrecht zu den Reliefvektoren 20 ausgerichtet sein; der Winkel  $\gamma$  (Fig. 5) kann durchaus auch andere Werte aufweisen.

Selbstverständlich sind ohne Einschränkung alle vorstehend beschriebenen

30 Ausführungen der Sicherheitselemente 2 mit Vorteil kombinierbar, da die spezifischen, vom Azimut bzw. vom Kippwinkel abhängigen optischen Effekte durch die gegenseitige Referenzierung wesentlich auffälliger und daher leichter erkennbar sind.

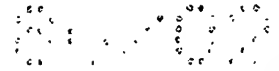


- Schliesslich weisen andere Ausführungen des Sicherheitselements 2 auch Feldanteile 26 (Fig. 6) mit Gitterstrukturen mit Spatialfrequenzen im Bereich von 300 Linien/mm bis 1800 Linien/mm und Azimutwinkel im Bereich  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  auf, die in den eingangs erwähnten EP 0 105 099 A1 und der EP 0 375 833 A1 beschriebenen
- 5 Flächenmuster verwendet sind. Die Feldanteile 26 erstrecken sich über das Sicherheitselement 2 bzw. über die Teilflächen 21, 22, 25 und bilden eines der bekannten optisch variablen Muster, das sich beim Drehen oder Kippen unabhängig von den optischen Effekten der Wellenleiterstrukturen unter gleiche Beobachtungsbedingungen vorbestimmt verändert. Der Vorteil dieser Kombination ist,
- 10 dass die Flächenmuster die Fälschungssicherheit des Sicherheitselements 2 erhöhen.
-

## PATENTANSPRÜCHE

1. 5 Diffraktives Sicherheitselement (2), das in Teilflächen (21; 22; 25) mit einer optisch wirksamen Struktur (9) von Grenzflächen eingebettet zwischen zwei Schichten eines Schichtverbunds (1) aus Kunststoff eingeteilt ist, wobei wenigstens die zu beleuchtende Basisschicht (4) transparent ist und die optisch wirksame Struktur (9) als Grundstruktur ein Beugungsgitter nullter Ordnung mit einer Periodenlänge (d) von höchstens 500 nm aufweist, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass in wenigstens einer der Teilflächen (21; 22; 25) ein integrierter optischer Wellenleiter (5) mit einer Schichtdicke (s) aus einem transparenten Dielektrikum zwischen der Basisschicht (4) und einer Kleberschicht (7) und/oder einer Schutzschicht (6) des Schichtverbunds (1) eingebettet ist und dass die Profiltiefe (t) der optisch wirksamen Struktur (9) in einem vorbestimmten Verhältnis zur Schichtdicke (s) steht.
- 15 2. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5\%$  die Profiltiefe (t) gleich der Schichtdicke (s) ist.
- 20 3. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke (s) Werte aus dem Bereich 65 nm bis 85 nm und die Profiltiefe (t) Werte aus dem Bereich 60 nm bis 90 nm aufweisen und dass für die Periodenlänge (d) ein Wert aus dem Bereich 260 nm bis 370 nm ausgewählt ist.
- 25 4. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5\%$  die Profiltiefe (t) gleich der dreifachen Schichtdicke (s) ist.
5. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke (s) einen Wert von 60 nm, die Profiltiefe (t) einen Wert von 150 nm und die Periodenlänge (d) einen Wert von 417 nm aufweist und dass jeder der Werte (d; s; t) mit einer Toleranz von 5 % behaftet ist.
- 30 6. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5\%$  die Schichtdicke (s) gleich der zweifachen Profiltiefe (t) ist.





7. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke (s) mit 115 nm, die Profiltiefe (t) mit 65 nm und die Periodenlänge (d) mit 345 nm gewählt ist und dass jeder der Werte (d; s; t) mit einer Toleranz von 5 % behaftet ist.
- 5 8. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die optisch wirksame Struktur (9) eine Überlagerung des Beugungsgitters nullter Ordnung mit einer Reliefstruktur (17) ist, dass die Reliefstruktur (17) eine Spatialfrequenz (F) kleiner als 220 Linien/mm und einen Wert des Blazewinkels ( $\gamma$ ) aus dem Bereich  $1^\circ$  bis  $15^\circ$  aufweist.
- 10 9. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Beugungsgittervektor (19) des Beugungsgitters nullter Ordnung und ein Reliefvektor (20) der Reliefstruktur (17) einen Azimutdifferenzwinkel ( $\psi$ ) einschliessen, der einen der Werte  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  usw. aufweist.
- 15 10. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Dielektrikum einen Brechungsindex ( $n_2$ ) von 2,3 aufweist.
11. Diffraktives Sicherheitselement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in den Teilflächen (21; 22; 25) Feldanteile (26) mit Gitterstrukturen der Spatialfrequenzen im Bereich von 300 Linien/mm bis 1800 Linien/mm und Azimutwinkel im Bereich  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  angeordnet sind.
-

## ZUSAMMENFASSUNG

Ein diffraktives Sicherheitselement (2) ist in Teilflächen eingeteilt, die eine optisch wirksame Struktur (9) an Grenzflächen eingebettet zwischen zwei Schichten eines Schichtverbunds (1) aus Kunststoff aufweist. Wenigstens die zu beleuchtende Basisschicht (4) des Schichtverbunds (1) ist transparent. Die optisch wirksame Struktur (9) besitzt als Grundstruktur ein Beugungsgitter nullter Ordnung mit einer Periodenlänge von höchstens 500 nm. In wenigstens einer der Teilflächen ist ein integrierter optischer Wellenleiter (5) mit einer Schichtdicke (s) aus einem transparenten Dielektrikum zwischen der Basisschicht (4) und einer Kleberschicht (7) des Schichtverbunds (1) und/oder einer Schutzschicht (6) des Schichtverbunds (1) eingebettet, wobei die Profiltiefe der optisch wirksamen Struktur (9) in einem vorbestimmten Verhältnis zur Schichtdicke (s) steht. Das Sicherheitselement (2) erzeugt bei der Beleuchtung mit weissem einfallendem Licht (13) in der nullten Beugungsordnung gebeugtes Licht (14) von hoher Intensität und intensiver Farbe.

(Fig. 1)



Fig. 3

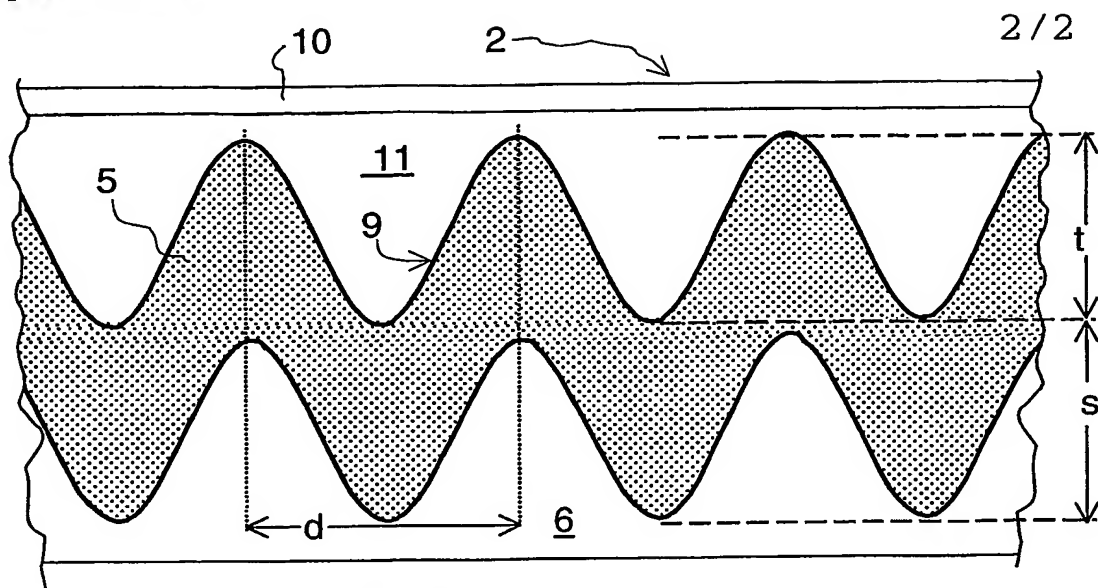


Fig. 4

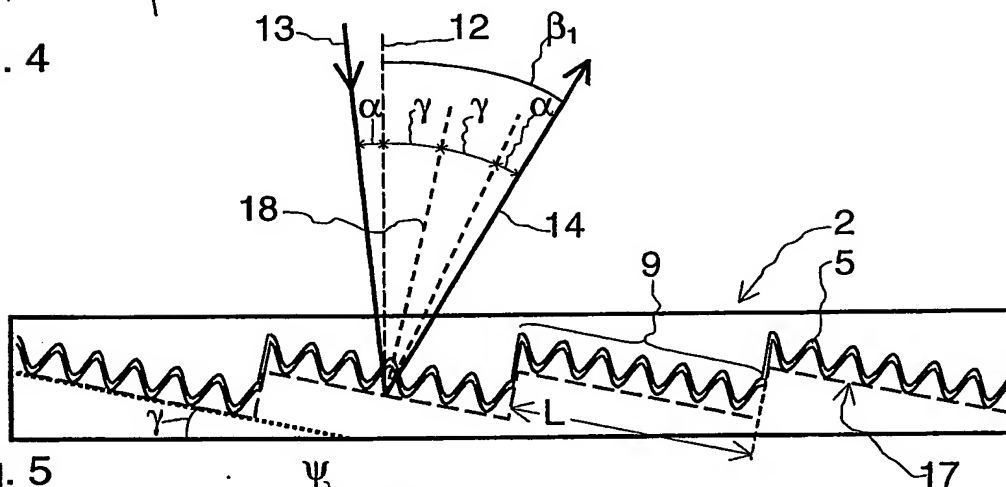


Fig. 5

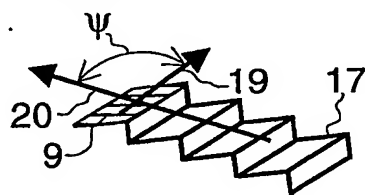


Fig. 6

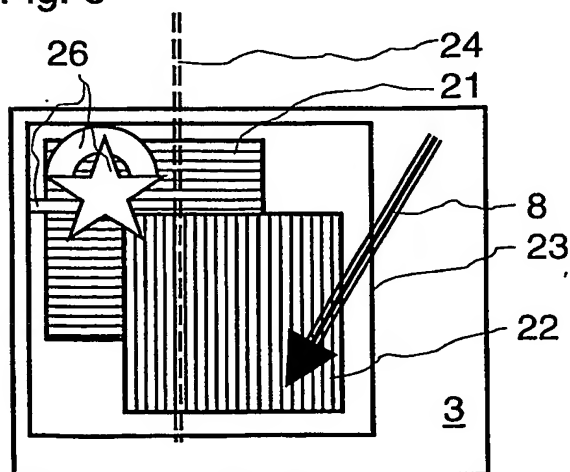
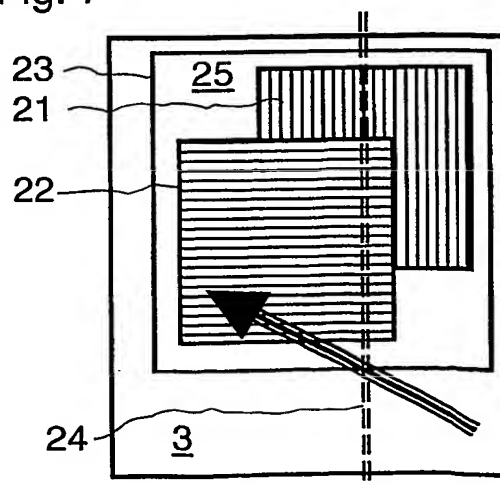


Fig. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**